

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-228818

(43)Date of publication of application : 14.08.2002

(51)Int.Cl.

G02B 5/18

B23K 26/06

G02B 5/32

G03H 1/08

(21)Application number : 2001-027670

(71)Applicant : TAIYO YUDEN CO LTD

(22)Date of filing : 05.02.2001

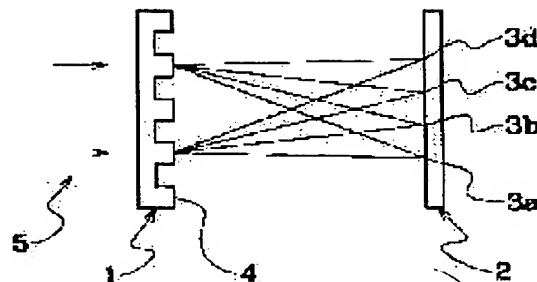
(72)Inventor : SAWADA HISASHI

(54) DIFFRACTION OPTICAL DEVICE FOR LASER BEAM MACHINING AND DEVICE AND METHOD FOR LASER BEAM MACHINING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To dispense with an optical system for condensing such as a lens, therefore to dispense with troublesome adjustment such as optical axis positioning and focusing between a diffraction element and the optical condensing system and further to simultaneously make a laser beam condense and irradiate a surface with difference in level by branching the laser beam 5 and further three-dimensionally condensing the respective branched laser beams.

SOLUTION: A hologram element 1 using a Fresnel diffraction phenomenon is used. The laser beam is branched into a plurality of luminous fluxes with a diffraction grating pattern of a diffraction surface 4 of the hologram element 1. At the same time, the branched laser beams are condensed with a Fresnel lens and focused on a plurality of spots 3a, 3b... on a surface of a material to be worked 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-228818

(P2002-228818A)

(43) 公開日 平成14年 8月14日 (2002.8.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターミナル* (参考)
G 0 2 B 5/18		G 0 2 B 5/18	2 H 0 4 9
B 2 3 K 26/06		B 2 3 K 26/06	E 2 K 0 0 8
			A 4 E 0 6 8
			C
G 0 2 B 5/32		G 0 2 B 5/32	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-27670(P2001-27670)

(22) 出願日 平成13年 2月 5日 (2001.2.5)

(71) 出願人 000204284

太陽誘電株式会社

東京都台東区上野 6丁目16番20号

(72) 発明者 澤田 寿史

東京都台東区上野 6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内

(74) 代理人 100081927

弁理士 北條 和由

Fターム(参考) 2H049 AA26 AA33 AA50 AA55 AA65

CA01 CA08 CA15 CA17 CA28

2K008 AA00 CC01 CC03 EE01 FF27

HH01

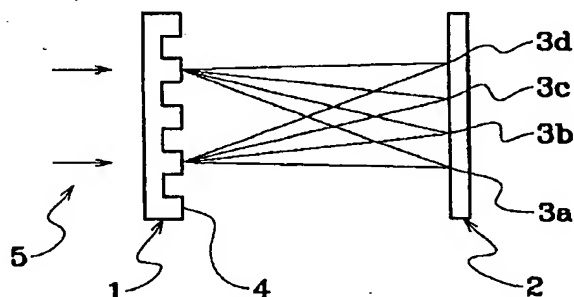
4E068 CD01 CD04 CD05 CD08

(54) 【発明の名称】 レーザー加工用回折光学素子、レーザー加工装置及びレーザー加工方法

(57) 【要約】

【課題】 レーザービーム 5 を分岐し、かつそれぞれ分岐したレーザービームを 3 次元的に集光させることができ、これにより集光のためのレンズ等の光学系を不要にし、それ故回折素子と集光光学系との面倒な光軸合わせや焦点合わせ等の調整も不要とし、なお且つ段差のある面への同時集光照射も可能とする。

【解決手段】 フレネル回折現象を使用したホログラム素子 1 を用い、ホログラム素子 1 の回折面 4 の回折格子パターンにより、レーザービームを複数の光束に分岐すると同時に、フレネルレンズによりそれら分岐したレーザービームを収束し、加工物 2 の加工面上の複数のスポット 3 a、3 b … に集光する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザービーム(3)を複数の光束に分岐し、かつその分岐した各光束をそれぞれ加工物(2)の加工面上の複数のスポット(3a)、(3b)…に集光する回折格子パターンを形成した回折面(4)を有するホログラム素子(1)からなることを特徴とするレーザー加工用回折光学素子。

【請求項2】 前記回折面(4)が焦点距離の異なる分岐したレーザービーム(3)を生成する回折格子パターンを形成していることを特徴とする請求項1に記載のレーザー加工用回折光学素子。

【請求項3】 前記回折面(4)が複数のピクセルに分割され、各ピクセルに与えた位相の分布により回折格子パターンが形成されていることを特徴とする請求項1または2に記載のレーザー加工用回折光学素子。

【請求項4】 前記回折面(4)の各ピクセルに与えた位相配分が、最適回転角法により最適化されていることを特徴とする請求項3に記載のレーザー加工用回折光学素子。

【請求項5】 レーザービーム(3)を複数の光束に分岐し、かつその分岐したレーザービームを(3)それぞれ加工物(2)の加工面上の複数のスポット(3a)、(3b)…に集光する回折格子パターンを形成した回折面(4)を有するホログラム素子を備えることを特徴とするレーザー加工装置。

【請求項6】 前記ホログラム素子が、焦点距離の異なる分岐したレーザービーム(3)を生成する回折格子パターンを形成した回折面(4)を有することを特徴とする請求項5に記載のレーザー加工装置。

【請求項7】 レーザービーム(3)を複数の光束に分岐し、かつその分岐したレーザービームをそれぞれ加工物(2)の加工面上の複数のスポット(3a)、(3b)…に集光する回折格子パターンを形成した回折面(4)を有するホログラム素子を用い、前記加工物(2)の加工面にレーザービームを照射してその加工面を加工することを特徴とするレーザー加工方法。

【請求項8】 前記ホログラム素子が、焦点距離の異なる分岐したレーザービーム(3)を生成する回折格子パターンを形成した回折面(4)を有することを特徴とする請求項7に記載のレーザー加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はレーザー加工を行うため、レーザービームを加工物の加工面に収束して照射する光学素子に関し、特に、レーザービームを加工物の加工面上の複数のスポットに同時に収束して照射することが可能な回折面を有するレーザー加工用回折光学素子、それを備えたレーザー加工装置及びそれを使用したレーザー加工方法に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、レーザー加工において多点の穿孔加工を行う場合、現在では一般にマスク転写法がとられている。しかし、これはマスクでレーザー光の多くを遮断してしまうため、レーザー光の利用効率が低く、単価の高いレーザーエネルギーを有効に使用できないという問題がある。

【0003】これを解決するため、最近、回折光学素子を使用した加工法が開発されている。回折光学素子は、回折格子パターンによりレーザービームの波面制御を行い、CO₂レーザー、YAGレーザーやエキシマレーザー等から発した加工用レーザービームを任意の数の光束に分岐するものである。

【0004】

【発明が解決しようとしている課題】しかしながら、従来のレーザー加工用回折光学素子は、フーリエ型であり、そのみでは、分岐したビームをそれぞれ集光することができない。そのため高価なレンズ系を使用した集光光学系が必要になつてくる。また、回折光学素子と収束レンズを併用するため、それらの光軸合わせや位置合わせ等の面倒な光学的調整を必要とする。しかも、この集光レンズを使用したレーザー加工用回折光学装置では、集光は同一平面上に限定されるため、段差のある加工面への同時加工は困難である。

【0005】本発明は、前記従来のレーザー加工用回折光学装置の課題に鑑み、レーザービームを分岐し、かつそれぞれ分岐したレーザービームを3次元的に集光させることができ、これにより集光のためのレンズ等の光学系を不要にし、それ故回折素子と集光光学系との面倒な光軸合わせや焦点合わせ等の調整も不要とし、なお且つ段差のある面への同時集光照射も可能とするレーザー加工用回折光学素子を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明では、前記の目的を達成するため、フレネル回折現象を使用したホログラム素子1を用い、ホログラム素子1の回折面4の回折格子パターンにより、レーザービームを複数の光束に分岐すると同時に、フレネルレンズによりそれら分岐したレーザービームを収束し、加工物2の加工面上の複数のスポット3a、3b…に集光するようにした。ホログラム素子1の回折格子パターンは、回折による分岐機能を有すると同時に、回折レンズとしての機能を持たせることもできるので、回折素子と集光レンズ等とを併用せず、単一の光学要素であるホログラム素子のみでレーザービームの分岐と収束を行うことを可能としたものである。

【0007】本発明によるレーザー加工用回折光学素子は、レーザービーム3を複数の光束に分岐し、かつその分岐した各光束をそれぞれ加工物2の加工面上の複数のスポット3a、3b…に集光する回折格子パターンを形成した回折面4を有するホログラム素子1からなる。

【0008】ホログラム素子1は、その回折格子パター

ンを適宜に設計することにより、回折による分岐の機能と共に、ホログラムレンズとしての機能をも兼ね備えることができる。これにより、ホログラム素子 1 とは別体の集光レンズを使用しなくても、レーザービームを分岐し、その分岐されたレーザービームを、加工物 2 の複数のスポット 3 a、3 b に収束することが可能となる。

【0009】また、このようなホログラム素子 1 は、その回折面 4 における回折格子の設計によって、前記回折面 4 に焦点距離の異なる分岐したレーザービーム 3 を生成する回折格子パターンを形成することもできる。これにより、段差等により、ホログラム素子 1 からの距離が異なる複数の箇所にレーザーのスポット 3 a、3 b … を当てて、それぞれレーザー加工をすることもできる。

【0010】さらに、ホログラム 1 の回折面 4 の回折格子パターンのより具体的構造について述べると、ホログラム 1 の回折面 4 を複数のピクセルに分割し、各ピクセルのそれぞれに位相を与え、それらの位相の分布により回折格子パターンを形成する。ホログラム 1 の回折面 4 の二次元平面において、位相が連続的に変化する曲面状のホログラムパターンは、設計も容易ではなく、また製造も事実上困難である。これに対し、ホログラム 1 の回折面 4 を複数のピクセルに分解し、その各ピクセル毎に段階的な光学的位相を決めることは、コンピュータを使用した計算機ホログラム技術により比較的容易に設計することができる。また、マスクを用いたエッチング制御等により、レリーフ型等も比較的簡単に作ることができる。特に、ホログラム 1 の回折面の各ピクセルに与える位相配分を、最適回転角法 (Optimal Rotation Angle Method: 以下「ORA 法」と言う。) により最適化することにより、最適計算機ホログラム (Computer Generated Hologram: 以下「CGH 法」と言う。) が設計できる。

【0011】

【発明の実施の形態】次に、図面を参照しながら、本発明の実施の形態について、具体的に且つ詳細に説明する。図 1 は、レーザ加工用回折光学素子を使用してレーザービームを加工物 2 の加工面上に照射し、その加工面をレーザー加工する場合の概念を示す図である。図示していない YAG レーザーやエキシマレーザー等のレーザー発光素子で発生した加工用レーザービーム 5 を、ホログラム素子 1 に通して分岐すると共に、それら分岐したレーザービームをそれぞれ加工物 2 の加工面上の複数のスポット 3 a、3 b … に照射する。レーザービーム 5 がホログラム素子 1 を透過するとき、その回折面 4 に形成された回折格子パターンにより回折され、複数のレーザービームに分岐される。また、このホログラム素子 1 の回折面 4 の回折格子パターンは、ホログラムレンズとしての機能を有し、分岐したレーザービームをそれぞれ収束し、加工物 2 の加工面上の複数のスポット 3 a、3 b … に集光する。

【0012】例えば、加工物 2 の加工面上の複数のスポット 3 a、3 b … にレーザー加工で孔空けする場合、加工面の穿孔位置以外の部分をマスク等で覆わなくても、それら穿孔位置にスポット 3 a、3 b … としてレーザービームを照射できるので、その部分のみをレーザー加工で穿孔できることになる。

【0013】図 2 は、本発明の他の実施形態によるレーザ加工用回折光学素子を示す概念図である。図示していない YAG レーザーやエキシマレーザー等のレーザー発光素子で発生した加工用レーザービーム 5 を、ホログラム素子 1 に通して分岐する点は、前述の図 1 に示したものと同様である。ここでは、加工物 2 の加工面に段差があり、そのため、ホログラム素子 1 の回折面からレーザー加工しようとする複数の位置までの距離が異なっている点が異なる。ホログラム素子 1 は、その回折面 4 における回折格子の設計によって、前記回折面 4 に焦点距離の異なる分岐したレーザービーム 3 を生成する回折格子パターンを形成することもできる。これにより、ホログラム素子 1 の回折面から距離の異なる複数の位置にレーザーのスポット 3 a、3 b を集光させてレーザー加工を行うこともできる。

【0014】ホログラム素子 1 の回折面 4 に形成する回折格子パターンにより構成されるフレネルレンズは、その回折格子パターンの設計により、分岐した個々のレーザービームの焦点距離を異ならせることが可能である。このため、回折面 4 に形成する回折格子パターンを適宜設計することにより、図 2 に示すように、加工物 2 の加工面に段差があり、そのため、レーザー加工しようとする複数の加工位置のホログラム素子 1 の回折面からの距離が全て同じでない場合であっても、分岐したレーザービームをそれぞれ収束し、加工物 2 の加工面上の複数の加工位置にそれぞれスポット 3 a、3 b … として集光することができる。

【0015】図 3 (C) は、このようなホログラム素子 1 の回折面 4 の回折格子パターンの例を示す。この例におけるホログラム素子 1 の回折面 4 のサイズは、図 1 (A) に示すように、3 mm × 3 mm であり、レーザービームの波長は 240 nm である。

【0016】図 3 (B) は、このようなホログラム素子 1 を通して分岐し、収束したレーザービームを照射する加工物 2 の加工面を示すもので、分岐したレーザービームを集光して照射するスポットを、黒い背景の中の明るい点で示している。ホログラム素子 1 の回折面 4 から加工物 2 の加工面までの距離、すなわち、焦点距離は 80 mm である。図 3 (B) に示すように、図示した加工物 2 の加工面上のスポット 3 a、3 b … は、縦横に等間隔で並んだ合計 36 個の点である。

【0017】図 4 は、この図 3 (B) に示す加工物 2 の加工面上において、スポットの列が存在する一直線上について、各位置に照射されるレーザー光の強度の例を示

している。レーザー光の強度は、最大強度を1としたときの相対比で示している。この図4に示すように、レーザー光の強度はスポットの位置でピークを示し、それらは何れのスポットでもほぼ最大値であり、他の部分ではほぼ0である。このように、加工物2の加工面上のスポット3a、3b…の位置とそれ以外の位置とでは、レーザー光強度が高いコントラストを示しており、スポット3a、3b…にレーザービームが集光されていることが分かる。

【0018】前述した各ホログラム素子1の回折面4の回折格子パターンは、回折面4の二次元平面において、位相が連続的に変化する曲面状のものにより形成することとできる。しかし、そのような回折面4の回折格子パターンは、設計することも、また製造することも困難であることが多い。

【0019】そこで、ホログラム素子1の回折面4を複数のピクセルに分け、それぞれのピクセルに最適な位相を与え、そのピクセルの集合により回折面4の回折格子パターンを形成する。ホログラム素子1の回折面4の面積が $A \text{ mm}^2$ 、そのピクセルの数が N 個の場合、ピクセル解像度は $N/A \text{ bit} \cdot \text{mm}^{-2}$ である。

【0020】例えば、前述の図3(C)に示した回折格子パターンの例では、何れもホログラム素子1の回折面4のサイズを $3 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$ とし、それらを 300×300 個のピクセルに分解して位相を与えており、ピクセル解像度 N/A は、 $10,000 \text{ bit} \cdot \text{mm}^{-2}$ である。すなわち、ピクセルサイズは、 $10 \mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$ である。また、これら各ピクセルに与える位相の段階を D とすると、位相深度は D となる。これらの N/A や D を無限大とすると、前述した曲面状の回折格子パターンに限りなく近づくことになる。このピクセル解像度や位相深度は、必要な光学特性と設計や製造の容易性との兼ね合いから適宜決定する。

【0021】例えば図5は、ホログラム素子の回折面4の或る部分を断面し、その断面した方向に沿って40～100のピクセルに与えた位相を示すグラフの例である。光源から発射される光を分岐し、収束する目的に応じて、ホログラム素子1の回折面4の各ピクセル毎に光*

*学的な位相を決めることは、コンピュータを使用した計算機ホログラム技術により比較的容易に設計することができる。特に、ホログラム素子1の回折面4の各ピクセルに与える位相配分を、ORA法により最適化することにより、最適なCGHが設計できる。

【0022】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明によるレーザー加工用回折光学素子では、レーザービームを分岐し、かつそれぞれ分岐したビームを3次元的に集光させることができるので、集光のためのレンズ等の光学系が不要になり、それ故、回折素子と集光光学系との面倒な光軸合わせや焦点合わせ等の調整も不要となる。また、段差のある面への同時加工も可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態によるレーザー加工用回折光学素子によるレーザー加工の概念を示す概念図である。

【図2】本発明の他の実施形態によるレーザー加工用回折光学素子によるレーザー加工の概念を示す概念図である。

【図3】本発明の実施形態によるレーザー加工用回折光学素子と加工物の配置を示す斜視図、ホログラム素子による集光スポットの配置例及びホログラム素子の回折パターンの例を示すパターン図である。

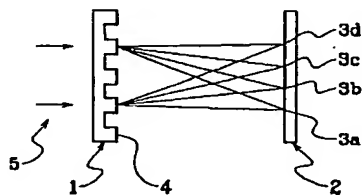
【図4】前記実施形態によるレーザー加工用回折光学素子を通してレーザー光を照射した加工面における位置におけるレーザー光強度を示すグラフである。

【図5】前記実施形態によるレーザー加工用回折光学素子のホログラム素子の回折面の断面をピクセル番号と位相とで表したグラフである。

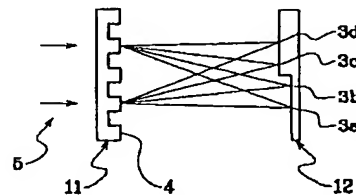
【符号の説明】

- 1 ホログラム素子
- 2 加工物
- 3a スポット
- 3b スポット
- 3c スポット
- 3c スポット
- 4 ホログラム素子の回折面
- 5 レーザービーム

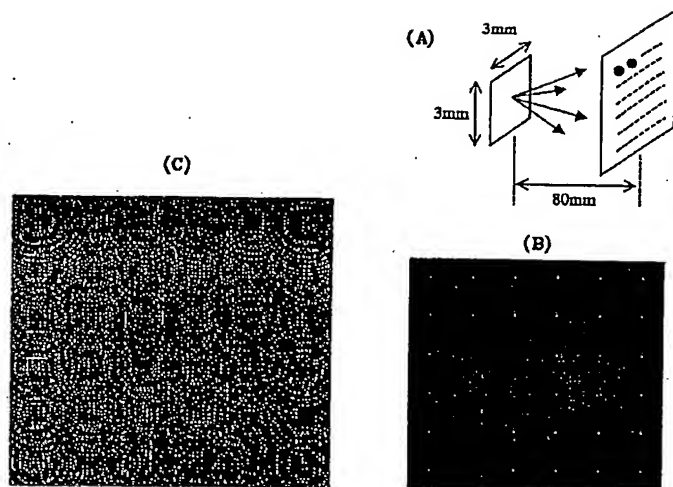
【図1】



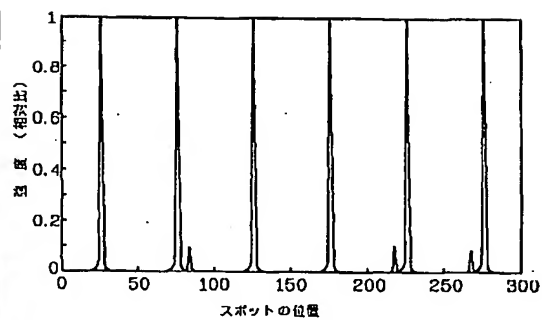
【図2】



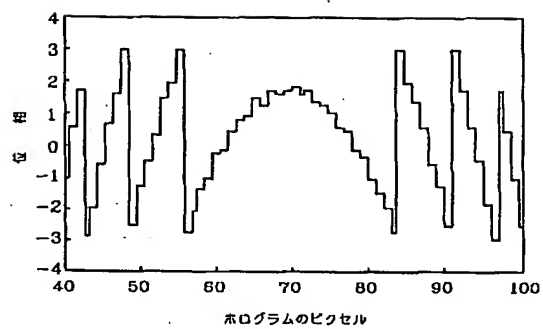
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
G 0 3 H 1/08

識別記号

F I
G 0 3 H 1/08

テーマコード(参考)